FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

Année 1945-1946 N°

# THÈSE

en vue de l'obtention

## du Doctorat en Médecine

*(Diplôme d'État)*

PAR

ÉMILE-JEAN-PAUL CAILLE

MÉDECIN DE LA MARINE

CROIX DE GUERRE 1944-1945

**Né le 31 Mai 1921 à Rennes** (Ille-et-Vil.)

***Présentée et soutenue publiquement le 5 Novembre 1945***

Sujet :

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'EMPLOI DU PLASMA SEC, HUMAIN, NORMAL

PRÉPARÉ PAR L'U. S. ARMY

D'après des Observations rassemblées au cours de la Campagne de France

JURY :

***Président :*** **Professeur CREYX,**

***Juges*** **Professeur DE GRAILLY,**
**Professeur SARIC,**
**Professeur MAGENDIE.**

IMP. H. RIOU-REUZÉ

*9, Boulevard de Chézy.* — RENNES

1946

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

Année 1945-1946 N°

# THÈSE

en vue de l'obtention

## du Doctorat en Médecine

*(Diplôme d'État)*

PAR

ÉMILE-JEAN-PAUL CAILLE

MÉDECIN DE LA MARINE

CROIX DE GUERRE 1944-1945

**Né le 31 Mai 1921 à Rennes** (Ille-et-Vil.)

*Présentée et soutenue publiquement le 5 Novembre 1945*

Sujet :

# CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'EMPLOI DU PLASMA SEC, HUMAIN, NORMAL

PRÉPARÉ PAR L'U. S. ARMY

D'après des Observations rassemblées au cours de la Campagne de France

JURY :

*Président :* **Professeur CREYX,**

*Juges* **Professeur DE GRAILLY,**
**Professeur SARIC,**
**Professeur MAGENDIE.**

IMP. H. RIOU-REUZÉ

*9, Boulevard de Chézy.* — RENNES

1946

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A la vénérée Mémoire de mon Père, le Docteur CAILLE,
Professeur de Chimie Générale,

*qui m'a montré le vrai visage de la Médecine.*

A ma Mère,

*en témoignage de ma filiale affection et de ma reconnaissance pour la ferme douceur avec laquelle elle a guidé mes pas vers cette carrière.*

A ma Sœur,

*MEIS ET AMICIS.*

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX :

— Ecole de plein Exercice de Rennes;
— Faculté de Médecine de Montpellier;
— Faculté de Médecine de Bordeaux.

A MES MAITRES
DE L'ECOLE PRINCIPALE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR CREYX,
Professeur de la Chaire d'Hydrologie,

*qui a bien voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.*

*Hommage de notre très vive reconnaissance.*

A MES JUGES.

A Monsieur le Médecin-Commandant BIECHELER

Chirurgien consultant de la 2e Division Blindée

Chevalier de la Légion d'Honneur

Croix de Guerre

*qui nous a donné l'idée de cette thèse, et nous a fait profiter de sa longue expérience de la Chirurgie telle qu'on la pratique dans les Field-Hospitals américains. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre gratitude.*

A la Mémoire de tous nos Camarades tombés a l'ennemi.

A tous nos Camarades de combat

durant la Campagne de France.

# INTRODUCTION

Ce court exposé n'a d'autres prétentions que de faire connaître les conditions d'emploi du plasma sec, humain normal, préparé par l'U. S. Army et l'U. N. Navy, ainsi que l'intérêt de son utilisation dans la guerre mécanisée que nous venons de traverser. Il voudrait mettre en valeur, en premier lieu, l'intérêt indéniable de l'utilisation, au lieu même de la blessure et sans délai, des propriétés curatrices du Plasma humain pour la prévention et le traitement du choc traumatique chez le grand blessé. Nous avons personnellement eu l'occassion de pratiquer dans ces conditions une centaine de transfusions d'urgence au cours de la campagne de France, avec les meilleurs résultats permettant l'évacuation sur le Field-Hospital le plus proche : mais il nous manquait, en tant que médecin de sous-groupement d'attaque, bien des éléments pour apprécier le devenir des blessés que nous avions été amené à transfuser sur place. C'est pourquoi l'aide du Médecin-Commandant BIECHELER, Chirurgien consultant de la 2e Division Blindée, le plus souvent détaché auprès du « Platoon Américain » qui traitait les blessés de notre brigade blindée, nous a été précieuse entre toutes, en nous permettant de reconstituer l'histoire clinique de quelques-uns de nos blessés.

Cette collaboration nous a permis également de nous instruire sur le rôle du Plasma au cours des soins pré- et post-opératoires, qui prennent souvent une importance de premier plan dans ces ambulances chirurgicales avancées. Nous serons donc amené à diviser cette étude en trois parties :

1° Un aperçu rapide de l'*organisation du Service de Santé* dans le cadre d'une grande unité tactique, pour permettre au lecteur de réaliser ce que nous pouvions prendre comme part du traitement général à notre échelon.

2° Un exposé sur l'*utilisation du plasma* aux deux échelons les plus intéressants : celui du *médecin de sous-groupement,* qui

fut le nôtre et dont nous avons pu apprécier vraiment la portée; celui du « *Platoon* », c'est-à-dire de l'ambulance chirurgicale avancée, à laquelle est confié le traitement des cas urgents tels que : blessés thoraciques, abdominaux, polyfracturés, brûlés et, en général tous ceux chez lequel le choc est à redouter de façon imminente.

3° Enfin un chapitre sur le *rôle et les effets du Plasma* envisagés d'un point de vue général et à la lumière de ce qui nous est parvenu sur l'opinion des chirurgiens alliés dont l'expérience porte sur un nombre impressionnant de cas à travers tous les théâtres d'opérations de cette guerre.

On peut se demander pourquoi l'injection de Plasma a été si longtemps différée en chirurgie de guerre. La question jouit, jusqu'à ce jour, d'assez peu de faveur auprès des publications françaises. Il est vrai que l'on n'était pas parvenu, jusqu'à présent, à un emploi rapide et rationnel de ce Plasma, dont la conservation posait un grave problème dans les conditions propres au combat. Il nous a fallu être enclavés dans le Service de Santé de l'Armée Américaine pour avoir à utiliser ce plasma humain normal desséché, avec sa présentation particulièrement étudiée en vue d'un emploi judicieux sur la ligne de feu même.

PREMIÈRE PARTIE

## Organisation du Service de Santé de la 2e Division Blindée pendant la Campagne de France

*Schéma général :* Il ne s'agit pas ici d'extraire quelques pages d'un règlement d'armement, mais bien de faire connaître le plus rapidement possible le rôle de chacun des *six organismes* constitutifs de la filière sanitaire, d'en mettre en valeur les qualités et les points faibles généralement reconnus. A première vue, cette organisation semble manquer de souplesse, devoir retarder l'acte opératoire ; en fait, bien souvent, l'extrême urgence nous commandait de laisser de côté certains échelons intermédiaires, tels que la section ramassage, et à diriger directement l'évacuation sur le triage-traitement ou même le Field-Hospital. Mais la filière normale d'évacuation est ainsi constituée:

1° Ramassage sur le terrain et premiers soins sur place ou au poste de secours du sous-groupement.

2° Evacuation par l'ambulance de l'unité ou de la section de ramassage.

3° Vérification de l'état du blessé et des premiers soins. Triage et évacuation sur le platoon du Field-Hospital ou sur l'Evacuation-Hospital, suivant la catégorie.

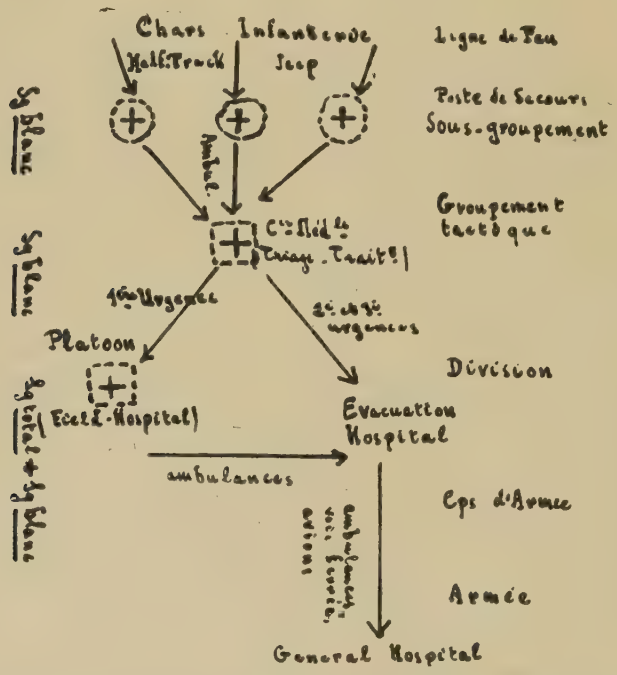
4° Traitement opératoire au platoon du Field-Hospital et courte hospitalisation (inférieure à sept jours).

5° Traitement à l'Evacuation-Hospital.

6° Traitement au Général-Hospital.

Jetons un rapide coup d'œil sur chacun de ces organismes :

1° Ramassage sur le terrain et poste de secours de sous-groupement. — Formation sanitaire la plus proche de la ligne de feu, installée dans une tranchée-abri, un chemin creux, une cave, etc... Elle draine un effectif de six cents hommes environ, comprenant deux compagnies d'infanterie portée, un escadron de chars medium, un peloton de tank-destroyers, un peloton de chars légers, les services.




*Personnel :* un médecin de sous-groupement (rarement un médecin-adjoint), deux infirmiers, le personnel chauffeurs et brancardiers armant les véhicules.

*Matériel :* Une Jeep radio, un (ou deux) Half-Track sanitaire, deux (ou quatre) ambulances, un camion transport de matériel.

*Rôle pendant le combat :* Le brancardage à bras d'hommes ne répond plus que rarement aux conditions du combat mécanisé; bien que le Half-Track sanitaire ait été spécialement conçu pour le relevage au niveau des chars, en raison de son blindage (12 $^{m}/_{m}$ à l'avant) et de sa capacité de franchissement (chenilles); son poids (8 tonnes), sa lenteur de manœuvre, malgré sa puis-

sance (100 chevaux tout-terrain), en font une proie facile pour l'artillerie et les mines ennemies. Aussi lui préférons-nous, en maintes circonstances, le relevage par la Jeep porte-brancards; ce véhicule, pourvu le plus souvent d'un poste émetteur-récepteur de la série 610 (portée 4 km. en terrain moyennement boisé), et par ce fait même indispensable au médecin de chars, présente une facilité d'évolution tout-terrain bien connue, et si le blessé y connaît une position assez précaire, au moins est-elle de courte durée. Signalons au passage qu'il n'existe pas, à notre connaissance, de véhicule de relevage adapté à la guerre de chars, où deux qualités sont indispensables pour un véhicule sanitaire : rapidité de manœuvre et capacité de franchissement; un genre de chenillette anglaise ou française, équipée spécialement, serait très certainement préférable au Half-Track américain.

Avec ce matériel et grâce aux liaisons radio, le médecin de sous-groupement peut prétendre se porter au niveau du blessé, homme des chars ou fantassin, dans les minutes qui suivent l'impact, condition indispensable, comme nous le verrons dans la deuxième partie, pour la meilleure efficacié de la transfusion.

2° Section ramassage. — Organisme de transit détaché de la compagnie médicale et qui souvent vient s'insérer dans le cadre du pelon sanitaire du sous-groupement engagé.

*Personnel :* Un médecin, un ou deux infirmiers, le personnel chauffeurs et brancardiers de six ambulances.

*Matériel :* Un Half-Track sanitaire le plus souvent détaché au sous-groupement, six ambulances, deux camions de transport de matériel.

*Rôle pendant le combat :* Transit des blessés entre le poste de secours de sous-groupement et la section triage-traitement de la compagnie médicale.

3° Section triage-traitement. — Elle constitue l'ossature de la compagnie médicale; celles-ci sont au nombre de trois, une par groupement tactique. Elle est installée généralement dans une construction solide, rarement sous la tente, à 6 ou 10 km. de la ligne de feu.

*Personnel :* Un chirurgien, quelques médecins-adjoints, quelques infirmiers, 24 ambulanciers américains.

*Matériel :* 2 Jeeps de commandement, 6 camions de transport, 12 ambulances détachées du Field-Hospital.

*Rôle pendant le combat :* 1° Triage : Le chirurgien détermine les évacuations sur le platoon adjoint à la compagnie médicale (blessés abdominaux, thoraciques, brûlés, polyfracturés et tous les états de choc menaçant).

2° Vérification des soins prodigués par le médecin de sous-groupement et poursuite de la transfusion, si elle est jugée nécessaire.

3° Transport sur le platoon ou sur l'Evacuation-Hospital pour les catégories de blessés nécessitant un traitement moins urgent.

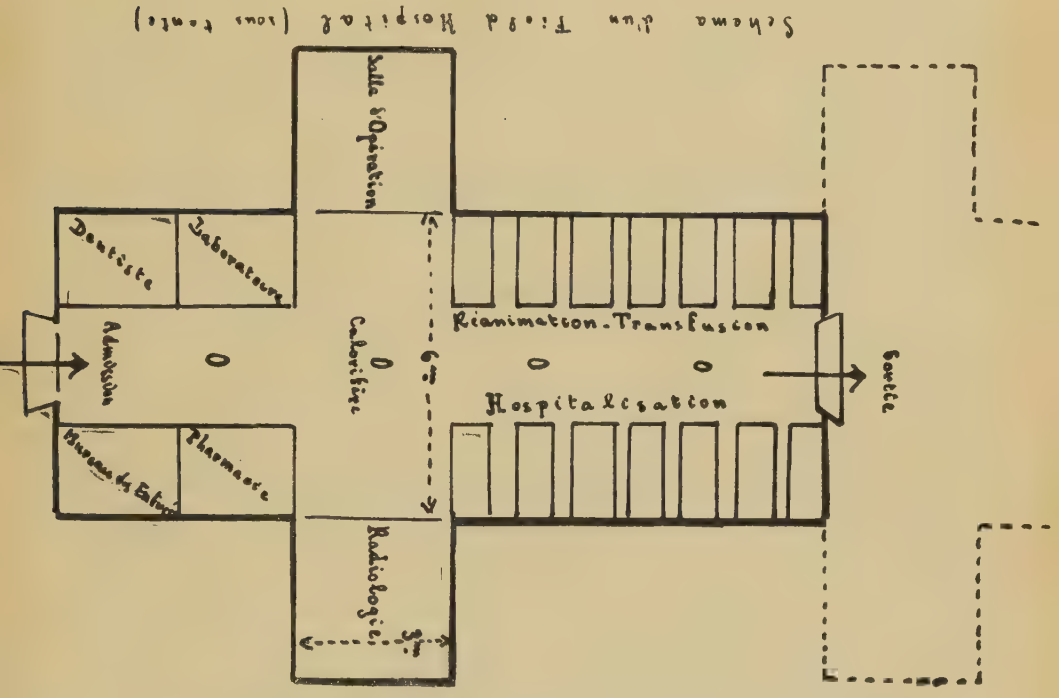
4° Platoon (ambulance chirurgicale avancée) du Field-Hospital. — Formation sanitaire rattachée à la compagnie médicale sur le plan ci-joint. On remarquera que la formation peut traiter et abriter un nombre très variable de blessés (généralement moins de cent) et que, suivant l'affluence, on ajoute un certain nombre de tentes les unes à la suite des autres, comme l'indiquent les traits pointillés du schéma.

*Personnel :* Une équipe chirurgicale en permanence comprenant un chirurgien éprouvé de *vieille expérience,* un aide opératoire, un anesthésiste, un instrumentiste et un brancardier ; suivant les besoins, une ou plusieurs autres équipes chirurgicales peuvent être détachées par l'Armée.

Le personnel infirmier et ambulancier est extrêmement nombreux dans ces ambulances chirurgicales américaines, *sensiblement égal au nombre des blessés hospitalisés;* l'administration de doses répétées de plasma, sang conservé, pénicilline, sérums divers, imposée par la thérapeutique énergique mise en œuvre, exige sensiblement un sanitaire par blessé.

*Matériel :* Les tentes établies en plein champ sont rendues confortables par portes à double obturation, calorifères nombreux, lits de camp confortables, éclairage par groupe électrogène. Elles abritent un bureau des entrées, une pharmacie, un service de radiologie excellent (à droite), un laboratoire (où sont couramment pratiqués les réactions sérologiques, les examens hématologiques, les épreuves de protéinométrie, valeur globulaire, etc...), un cabinet dentaire, et surtout une salle d'opérations (à gauche) à noter que les chirurgiens américains utilisent, aussi souvent que possible, le brancard même qui a servi à l'évacua-

tion du blessé, déposé sur tréteaux, comme table d'opération, pour éviter des manipulations inutiles chez un candidat au choc pour lequel l'élément douleur se révèle crucial.




*Rôle pendant le combat :* Nous en parlerons longuement dans la deuxième partie (p. 20 et suivantes).

5° Evacuation-Hospital. — Grande formation sanitaire de 400 à 800 lits, installée sous bâtiment, le plus généralement à une trentaine de kilomètres du front; les blessés y arrivant sont de deux catégories :

1° Ceux qui sortent du *platoon* du Field-Hospital après y avoir été traités pendant une durée *d'une semaine* au maximum et pour lesquels tout danger est écarté.

2° Ceux qui ont été désignés *directement* pour l'hôpital d'évacuation, par le chirurgien de la section triage-traitement, comme étant aptes à supporter un transport prolongé; ces derniers subiront dans cette formation un traitement pour lequel un pronostic vital n'est pas en question.

*Personnel :* Plusieurs équipes chirurgicales, de la composition indiquée pour les platoons, envoyées par l'Armée, mais comportant des chirurgiens plus jeunes, moins expérimentés que dans les Field-Hospitals.

*Matériel :* Extrêmement complet, des grandes formations chirurgicales de l'arrière.

L'Evacuation-Hospital évacue directement sur le General-Hospital par route, bateau ou avion. Pendant la Campagne de Normandie, nos blessés étaient évacués en Angleterre ou aux U. S. A.; pendant la campagne d'Allemagne, les gros transports aériens sanitaires les débarquaient à Paris, Nancy ou Marseille.

6° General-Hospital. — Dernier échelon de l'évacuation, il s'agit ici d'une formation sanitaire de 1.000 lits au moins, comparable à nos hôpitaux de l'Armée, installée dans un grand établissement (généralement hospitalier), à quelques centaines de kilomètres du front. On y rencontre de nombreuses équipes chirurgicales de valeur diverse (une équipe chirurgicale très expérimentée sur cinq), ayant à leur disposition tout l'appareillage des grands centres. Des échanges de blessés peuvent être pratiqués entre General-Hospitals (liaison aérienne sanitaire Europe-Amérique).

⁂

En résumé, cet exposé rapide de la filière sanitaire, depuis le poste de secours du sous-groupement d'attaque au General-Hospital inter-continents, nous montre des moyens sanitaires, tant dans le domaine du personnel que dans celui du matériel, auxquels nous n'étions pas habitués; ces derniers permettent une rapidité d'évacuation telle que l'homme des chars qui lance un appel radio à son médecin peut se voir installé sous la tente d'un Field-Hospital, ayant subi l'intervention chirurgicale, deux à quatre heures après sa blessure; son intervention aura été pratiquée par un des chirurgiens les plus avertis de la spécialité intéressée.

## DEUXIÈME PARTIE

# Emploi du Plasma dans le Cadre d'une Grande Unitée Blindée

### Utilisation du plasma sec humain normal américain a l'échelon du médecin de sous-groupement

Nous avons vu, dans la première partie, les moyens d'action de ce médecin de sous-groupement blindé, les circonstances dans lesquelles il est appelé à intervenir. Un char vient de recevoir un coup direct d'une arme anti-tank, d'un bazouka isolé dans la nature; un half-track, transport d'infanterie, a été exposé à un tir de mortier ou de mitrailleuse lourde; le médecin, appelé par radio, fait dégager sa jeep ou son half-track sanitaire de la colonne de blindés et se porte auprès du véhicule endommagé.

Quelle sorte de blessés y trouve-t-il ? Des abdominaux, des thoraciques, des grands polyblessés, des hémorragiés, des brûlés, des écrasés, des soufflés dont les blessures sont susceptibles d'entraîner un *état de choc* incompatible avec un transport prolongé. Cette catégorie de blessés constitue la *première urgence*, destinée en principe au platoon du Field-Hospital, et sera traitée sur place par une *première transfusion de 500 à 1000 cc. de plasma.*

Les *éléments* qui permettent d'apprécier rapidement l'*utilité de la transfusion* d'urgence sont :

1° L'anamnèse, l'heure de la blessure, la quantité de sang épanché, les troncs vasculaires intéressés, l'étendue de la brûlure ou la situation de la fracture donnent des indications précieuses, pourtant sujettes à caution.

2° *L'aspect clinique :*

— accélération ou quasi-imperceptibilité du pouls;

— accélération de la respiration et surtout son caractère superficiel;

— apparition de phénomènes subjectifs tels que vertiges, soif, angoisse; l'intensité de ce phénomène capital que constitue la *douleur* dans la pathogénie du choc;

— chute de tension artérielle (pratiquement impossible à mesurer dans les conditions du combat) sont d'éléments qui fixeront la *conduite à tenir.*

1° Le *choix* des blessés : Identifier rapidement la *première urgence,* telle qu'elle a été définie ci-dessus (on est souvent enclin à perdre du temps auprès de blessés qui guériront sans transfusion ou auprès de ceux dont l'état est malheureusement sans espoir).

2° *Assurer l'hémostase,* principe capital : On sait la gravité extrême d'une transfusion sans hémostase, facteur certain d'aggravation, sinon de mort; lorsqu'on soupçonne une hémorragie interne ou lorsque l'hémostase s'avère irréalisable immédiatement, il est préférable de retarder, dans certains cas, la transfusion et d'évacuer d'extrême urgence sur le platoon directement, où l'on pourra pratiquer l'hémostase chirurgicale sous le couvert d'une transfusion importante qui, transitoirement, relèvera la tension artérielle à 90 $^{m}/_{m}$, chiffre nécessaire pour toute intervention; une nouvelle transfusion post-opératoire assurera la survie. (On sait qu'un vaisseau sectionné — surtout artériel — se collabe assez rapidement avec la chute de la tension consécutive à l'hémorragie; l'injection de 500 cc. de plasma ne déclanchera pas la réouverture du vaisseau par mobilisation du caillot et sera suffisante pour permettre l'hémostase chirurgicale; celle-ci assurée, on transfusera abondamment pour permettre la survie).

3° *Prévenir le choc* chez les blessés de la première urgence par :

— le remplacement du *liquide perdu,* but de cette première transfusion;

— le *réchauffement,* autant que les conditions d'évacuation le permettront;

— le soulagement de la *douleur :* les tubes, montés sur aiguille, de 2 cgr. de tartrate de morphine de l'Armée américaine furent souvent dispensés trop généreusement et par voie sous-cutanée; dans un organisme choqué et dans ces conditions, la morphine ne se résorbe que tardivement; au moment du déchoquage (sur la table d'opération), à la suite de transfusions répétées, le tartrate de morphine se résorbe brutalement dans l'organisme, entraînant, malgré l'administration d'une dose importante de strychnine, une intoxication grave (mortelle dans un cas qu'il nous fût donné d'observer) se traduisant par du myosis et un rythme de Cheyne-Stockes.

Nous avons posé les indications de l'injection intraveineuse de plasma. Que savons-nous de ce plasma et quel est son mode d'emploi ?

1° Composition du plasma américain. — D'après les analyses pratiquées par le Médecin-Colonel Benhamou, le maître actuel de la transfusion dans l'Armée, ce plasma comprendrait :

Bilirubine, 0,4; cholestérine, 1,45; lipides totaux, 4,90; albumine, 65; sérine, 37; globuline, 25; euglobuline, 2,5; fer, 90 gamma; calcium, 0,078; phosphore, 0,029; chlorures, 6,22; ac. urique, 0,044; réserve alcaline, 45 %; fibrinogène, 0 gr. pour un litre.

2° Préparation du plasma américain. — Nos tentatives de renseignement auprès du Centre de Recherche de l'Armée à Washington restèrent sans succès, car une bonne partie de la manipulation est tenue soigneusement secrète. Cependant, à la lumière du *Bulletin d'Information n° 4 de l'U. S. Army* et de la *Publication CCD 2220,* de Mars 1944, sous le contrôle de l'Office de Défense Civile, on peut affirmer les points suivants :

1° *Prélèvement :* Il s'effectue dans les Blood-Banks, sur des donneurs de 18 à 60 ans, en bonne santé, présentant une température, une tension artérielle, des réactions sérologiques, un taux d'hémoglobine normaux. On prélève, avec toute précaution d'asepsie et sous un débit inférieur à 100 cc. par minute, le sang total dans des flacons stériles contenant une solution de citrate de soude à 4 %, dans la proportion de 50 cc. pour 500 cc. de sang total.

2° *Conservation du sang :* Les flacons sont placés à une température de 2 à 5° C., moins d'une heure après le prélèvement, et y restent au repos 12 à 24 heures.

3° *Centrifugation du sang total :* Ces flacons, d'une contenance d'environ 300 cc. et étudiés spécialement pour résister à l'accélération centrifuge, sont soumis pendant une heure à une vitesse de rotation de 2200 t./min., en vue de hâter la décantation des éléments solides. (D'autres méthodes existent dans l'industrie privée, qui utilisent la décantation par gravité). Les flacons sont alors déposés dans un frigidaire pendant 6 à 24 heures.

4° *Siphonnage du plasma liquide citraté :* 19 litres de sang total décanté sont ainsi répartis dans 50 flacons, sous le couvert d'une asepsie rigoureuse; un flacon témoin est mis en culture pendant dix jours pour éprouver sa stérilité. Surcroît de précaution, un *agent bactériostatique,* le Merthiolate, ou le Phényl mercuric borate ou nitrate, est ajouté au plasma pour atteindre une concentration qui varie de 1/10.000 à 1/50.000 suivant les firmes (de toute manière, n'entraînant aucun danger rénal).

5° *Congélation à très basse température* et sous le vide.

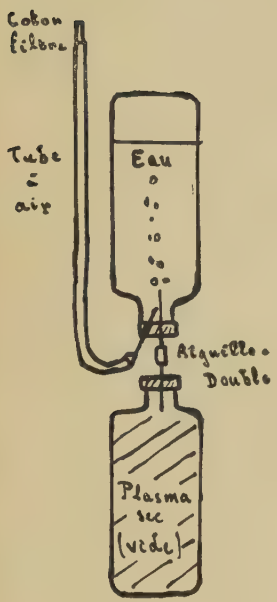
6° *Dessication :* Pendant 36 heures et sous le vide (pression 1 $^{m}/_{m}$ de mercure) jusqu'à l'obtention d'une poudre jaune clair qui présente au microscope la structure des rayons de miel. Cette variété de plasma est la plus résistante à la chaleur et sa *conservation* assurée pour *cinq années* (le plasma liquide et le plasma congelé n'y peuvent prétendre).

Comment nous est présenté ce plasma et quel est son mode d'emploi ?

3° Mode d'emploi du plasma sec, humain, normal américain. — 1° Ouvrir la boîte de carton parallélipipédique en deux moitiés inférieure et supérieure, en tirant sur la languette de collant qui les unit. On y trouve deux enveloppes métalliques; les ouvrir avec les clés fixées.

2° Sortir les flacons contenant : — l'un 500 cc. d'eau distillée et 0,1 % d'acide citrique; — l'autre une quantité de plasma correspondant à 500 cc. de plasma normal humain et du phényl borate de Hg à 1/50.000 (Lederle Lab.); nettoyer les deux bouchons de caoutchouc à l'alcool.

3° Sortir l'aiguille à deux embouts de son enveloppe et enlever le tube protecteur d'une des extrémités.




A. Hydratation du Plasma

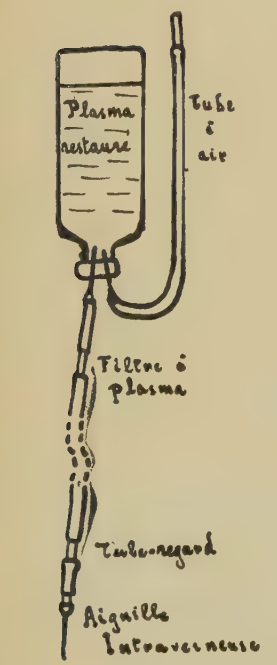
4° Plonger l'extrémité libre de l'aiguille à travers le bouchon de caoutchouc du flacon d'eau en position normale.

5° Enlever le tube de verre protecteur de l'aiguille du tube filtre-à-air et plonger l'aiguille dans le flacon d'eau distillée, qui reste en position normale, à travers le bouchon de caoutchouc.

6° Elever l'extrémité libre du tube à air pour empêcher le reflux de l'eau dans le tube et le mouillage du coton-filtre.

7° Enlever le tube de verre protecteur de l'autre extrémité de l'aiguille à deux embouts. *Renverser* le flacon d'eau distillée et ficher l'extrémité libre de l'aiguille à travers le bouchon de caoutchouc dans le flacon de plasma desséché (voir schéma A).

8° Attendre l'écoulement de l'eau dans la bouteille de plasma (ne pas hésiter à faire sauter les bouchons et verser directement si le vide a disparu de la bouteille de plasma).




B. Injection du Plasma

9° Après le passage de l'eau, retirer l'aiguille à deux embouts de la bouteille à eau d'abord (pour la conserver stérile en cas de transfusion sanguine), puis ensuite du flacon à plasma.

10° Agiter doucement le flacon de plasma régénéré jusqu'à dissolution complète.

11° Enlever la protection de l'aiguille courte, rattachée par un tube de caoutchouc à l'aiguille intraveineuse, et plonger cette aiguille dans le bouchon du flacon à plasma.

12° Retirer l'aiguille, prise-d'air, du flacon à eau et la plonger à travers le bouchon du flacon à plasma.

13° *Retourner* le flacon de plasma régénéré et le suspendre pour l'injection intraveineuse (voir schéma B).

14° Fixer le tube de verre garni du coton filtre au-dessus du flacon à plasma renversé.

15° Enlever la protection du tube-regard et de l'aiguille intraveineuse.

16° Fixer l'aiguille intraveineuse à l'ensemble tube-regard, filtre à plasma et enlever son tube protecteur en verre.

17° Laisser le plasma régénéré, remplir le tube de caoutchouc pour éviter l'injection intraveineuse d'air.

18° Désinfecter la peau et introduire l'aiguille dans la veine.

(Si on veut injecter deux doses, soit 1.000 cc., on prépare un deuxième flacon de plasma régénéré et on plonge l'aiguille dans le bouchon du deuxième flacon en ayant soin de pincer le tube pour éviter l'admission d'air.

*Nota :* On peut encore utiliser le plasma rénové *trois heures* après sa régénération.

*Avantages* de cette présentation du plasma :

1° Parfaite *conservation* des qualités du plasma, malgré la chaleur, les trépidations du combat, et jusqu'à cinq ans après sa préparation.

2° Asepsie assurée par cette présentation rationnelle.

3° Rapidité de la transfusion.

Avantages de l'utilisation du *plasma* par opposition à celle du *sang conservé :* sa *neutralité* sanguine est assurée par sa préparation même;

— décantation parfaite après centrifugation n'admettant aucun élément figuré;

— la quantité de sang contenue dans un seul flacon provient d'un *mélange de sang total* prélevé *à huit individus au moins* (Homo sapiens) sans groupage préalable.

*Accidents* au cours de la transfusion : Nous n'en avons jamais observé un seul au cours de la centaine de transfusions opérées dans ces conditions ; cependant, les Américains signalent *un pour cent* de réactions légères provenant sans doute de faute de préparation (c'est pourquoi les tests destinés à contrôler l'asepsie sont si nombreux); il s'agirait de réactions urticarienne, d'oppression, d'angoisse, de pâleur, rarement d'élévation thermique.

## II. — Utilisation du plasma sec humain normal américain dans les ambulances chirurgicales avancées ou platoons des hospitals

Nous connaissons d'après le rapide coup d'œil jeté sur ces formations, dans la première partie de cet exposé, leur dotation en *personnel* (au moins une équipe chirurgicale sous la direction d'un chirurgien particulièrement averti) et leur installation *matérielle* (sous la tente, à proximité du centre de triage, et disposant d'un laboratoire, d'un poste de radiographie, etc...).

Nous savons aussi que le platoon ne reçoit en principe que des blessés classés *première urgence,* c'est-à-dire essentiellement : des abdominaux, des thoraciques, des polyblessés, des brûlés, des soufflés, et en général tous les *cas de choc menaçant* ne pouvant supporter sans risque une évacuation prolongée sur l'Evacuation-Hospital.

Ces précisions établies, suivons le devenir de nos blessés à travers les services du platoon, et principalement aux trois temps essentiels :

— la réception;
— l'intervention;
— les soins post-opératoires.

1° Examens a la réception du blessé. — Ils se caractérisent par leur rapidité d'exécution et portent à la fois sur la clinique et le laboratoire.

*A*) *Examen clinique :* Aspect général du blessé, couleur des téguments, sudation, signes subjectifs (douleur, angoisse, sentiment de mort imminente), vomissements, pouls petit et rapide, respiration superficielle ou à rythme pathologique, parfois perte de connaissance, et même du réflexe de déglutition. La mesure de la tension artérielle revêt une importance particulière : maximum souvent à 50 $^{m}/_{m}$, minimum presque imperceptible. L'examen *radiologique* avec développement en un temps record.

*B*) *Examens de laboratoire :* Ce sont essentiellement les épreuves de :

1° *Hémoglobinimétrie* (Hellige): permet d'apprécier l'hémoconcentration, donc la nécessité de la transfusion de plasma.

2° *Chlorurométrie* dans les grandes brûlures.

3° *Uréométrie* dans les grandes hémorragies.

4° *Hématocrite,* permettant d'apprécier aussi la masse globulaire (tube gradué s'adaptant à une centrifugeuse), donc l'hémoconcentration; chiffre normal : 45 chez l'homme (Benhamou); si on a 1, 2, 3 points au-dessus de 45, le plasma est indispensable.

5° *Protéinométrie :* la méthode du sulfate de cuivre pour déterminer le poids spécifique du sang ou du plasma est très en honneur auprès de l'U. S. Army Medical Dept.

*Principe de la méthode :* Dans une série de solutions $SO^4Cu$ de densité graduée, on laisse tomber une goutte de sérum à examiner; celle-ci se recouvre d'une membrane de protéinate de Cu, conserve sa densité pendant 15 ou 20 secondes, suffisantes pour apprécier, par sa montée ou sa descente, sa densité relative par rapport à la solution.

Quand le taux d'hémoglobine augmente, les protéines baissent; cette méthode permet donc de confirmer les résultats de l'hémoglobinimétrie, de savoir s'il faut injecter du plasma ou du sérum, et à quelle concentration, suivant qu'il y a plus ou moins d'albumine.

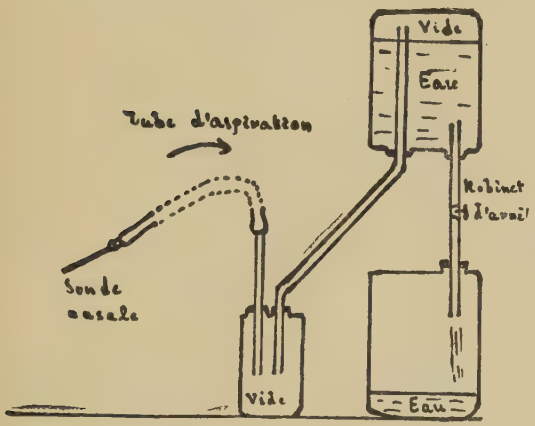
Sans attendre les résultats de ces examens, on pratique *systématiquement* une *transfusion de 500 cc. de plasma,* que le blessé ait ou non reçu un ou deux flacons de plasma au cours du relevage ou de l'évacuation.

Les examens de laboratoire sont terminés après 30 minutes; on peut alors évaluer l'intensité de la perte sanguine et du choc, et mettre en œuvre une thérapeutique propre à chaque catégorie de blessés.

Nous allons rapidement envisager la conduite adoptée par les chirurgiens des Field-Hospitals dans chaque cas, pour autant que cette thérapeutique diffère des règles communément admises dans la chirurgie classique. Nous ne pouvons nous permettre de traiter ici chaque question en détail sans allonger démesurément cet exposé.

1° *Traitement chez les blessés abdominaux :* L'hémostase n'a pu être assurée par le médecin de sous-groupement; cependant, le blessé a souvent reçu un flacon de plasma. La tension artérielle est de l'ordre de 50 $^m/_m$ Hg; il faut absolument transfuser pour obtenir une tension de 90 $^m/_m$ indispensable à l'hémostase chirurgicale; on administrera donc un ou *deux flacons* de plasma sur la table d'opération et on pratiquera l'*hémostase.* Comme nous l'avons déjà signalé, cette transfusion importante, non suivie de l'intervention, entraînerait une mort rapide par mobilisa-

tion des caillots dans les troncs artériels. L'intervention terminée, les soins post-opératoires prennent une importance capitale pour le pronostic.




*Soins post-opératoires:* Les chirurgiens américains attachent beaucoup de prix à un dispositif simple, du nom de VANGENSTIEN, destiné à résorber au fur et à mesure de sa production toute sécrétion gastrique, gravement préjudiciable à la cicatrisation de la plaie chirurgicale. Cet appareil se compose d'une sorte de sonde duodénale reliée à un système de trois bouteilles (voir le schéma ci-contre) capable d'assurer une absorption permanente.

Cet appareil est laissé à demeure, au niveau du fundus gastrique, du pylore ou du duodénum, aussi longtemps que l'*aspiration continue* est nécessaire, c'est-à-dire jusqu'à ce que les gaz aient apparu (entre le 3e et le 6e jour).

*Observations type :* Ces cas de traumatismes abdominaux ou de perforations viscérales furent si nombreux et revêtent une symptomatologie si variée qu'il est difficile de retenir autre chose que la prostration, le facies pâle, les lèvres décolorées, le pouls petit et fuyant, la respiration courte et rapide, les extrémités froides et cyanosées, parfois quelques nausées et vomissements, qui marquent le *choc,* la contracture de défense de la paroi abdominale (qui manque rarement après la troisième heure), l'absence d'émission de gaz qui témoigne de l'atonie intestinale réflexe, l'hématémèse dans les plaies de l'estomac, le meloena des lésions coliques, les zones mates des hémorragies internes et surtout l'examen des orifices d'entrée du projectile ou des ecchymoses, témoins du traumatisme. Le plus souvent, ces blessés arrivent au Platoon avec une fiche Emergency Tag révélant qu'ils ont déjà reçu 2 cgr. de tartrate de *morphine* et un flacon de *plasma.* La transfusion est renouvelée à l'entrée et sur la table d'opération. On y joindra dans les jours suivants :

— 6 cgr. de *morphine* (tartrate) par 24 heures, le plus souvent sous-cutanée, pour assurer la résolution musculaire.

— 25.000 unités de *Pénicilline* intra-musculaire, toutes les 3 heures, pendant 8 jours consécutifs.
— 3.000 cc. de liquide, par voie parentérale, en 24 heures, soit :
— 1.000 cc. de *plasma* sec humain normal;
— 1.000 cc. de *sang conservé de Boston* (sang auquel on a ajouté, à quantité égale, une solution de dextrose isotonique ou du sérum physiologique avec quelcentigrammes de solution d'Alsever, dont la préparation semble être tenue secrète);
— 1.000 cc. de sérum dextrosé;
— plus une quantité de sérum dextrosé équivalente à celle retirée de l'estomac par le système des trois bouteilles (VANGENSTIEN).

Le résultat de cette thérapeutique énergique, pour la totalité des cas, fut une évacuation de convalescents une semaine après être entrés au platoon.

2° *Traitement des blessés thoraciques :* Chez ces derniers, l'hémorragie est toujours assez modérée, bien que l'hémothorax semble important au moment de l'intervention; celle-ci pourra s'effectuer sans difficulté, en raison de la conservation d'une tension artérielle suffisante; le chirurgien vide l'hémothorax, répare la plèvre, empêche l'infection; pour *faciliter l'expansion pulmonaire,* on emploie couramment le dispositif suivant, connu sous le nom de *water-trap;* il consiste à faire pénétrer dans la plèvre une canule introduite sur la ligne antérieure, entre les 2e et 3e côtes, ou sur la ligne postérieure axillaire, entre les 6e et 7e côtes, canule mise en communication avec un récipient contenant de l'eau ou un liquide neutre et placé à un niveau inférieur.

La dénivellation couramment admise est de un mètre, même dans le « sucking wound » (prise d'air aux deux temps de la respiration).

La morphine se pratiquera en intraveineuse et à faible dose, inférieure à 2 cgr.

*Soins post-opératoires :* Le water-trap sera laissé à demeure de 2 à 4 jours; une radiographie renseignera sur la position du poumon par rapport à la plèvre et, si l'*expansion pulmonaire* est jugée suffisante, on retirera le water-trap.

1° L'*aspiration continue* au Wangenstiel pour la résorption des produits toxiques de l'appareil digestif, sera, là aussi, poursuivie en 48 heures.

2° Une injection sous-cutanée de *morphine*, à raison de 2 cgr. de tartrate par 24 heures, est recommandable.

3° Transfusion par voie parentérale ou intraveineuse de 1.000 cc. de *plasma* normal par 24 heures.

4° Pour empêcher l'infection pleurale, 20.000 unités de pénicilline seront administrées toutes les 4 heures pendant 10 jours.

Les blessés thoraciques qui ont suivi ce traitement peuvent être dirigés sur l'Evacuation-Hospital *une semaine* environ après leur admission au platoon.

3° *Traitement des blessés thoraco-abdominaux :* Nous venons de voir que la transfusion, chez les abdominaux, demandait surtout du sang *rouge* (sang conservé de Boston), en raison de l'anémie consécutive à des lésions très hémorragipares; chez les thoraciques, au contraire, le sang blanc suffit dans bien des cas. Dans le cas qui nous intéresse actuellement, *les deux sortes de transfusions* seront nécessaires ; de plus, dans ces plaies des deux étages du tronc, la tâche du chirurgien est souvent rendue complexe par la hernie des viscères à travers le diaphragme déchiré. Les soins post-opératoires s'inspireront des deux catégories précédentes. Il convient de signaler, pour les blessés thoraciques et abdominaux, l'utilité de l'*oxygénothérapie* dans tous les cas de dyspnée (25 à 30 mouvements respiratoires par minute) et de cyanose. En principe, elle doit être :

— *continue,* car, 15 minutes après son arrêt, la concentration du sang est la même qu'auparavant;
— *précoce,* car le centre respiratoire peut se décomposer rapidement;
— *prolongée* parfois durant des jours;
— *abondante,* pour favoriser la dissolution de l'oxygène dans le plasma sanguin qui fixe plus que l'hémoglobine. On la pratiquera donc avec un masque, sous une *pression* de 2 kgs, avec un débit de 8 litres minute et après passage sur $H^2O$. En cas d'agitation, on introduira le tube d'admission d'$O^2$ dans la narine laissée libre par le tube du water-trap.

En maintes circonstances, on associera la *carbothérapie,* le $CO^2$ étant la véritable hormone respiratoire pourvu d'une action circulatoire nette (tonifiante du myocarde et du système veineux).

4° *Traitement des grands polyblessés :* Ils ont été adressés au platoon, non en raison de leurs fractures, mais à cause de la

*menace de choc.* On s'emploiera donc à réduire ou à enrayer l'état de choc, afin de pouvoir les adresser à l'Evacuation-Hospital; on évitera la réduction des fractures en raison de la douleur qui pourrait accentuer le choc, on n'hésitera pas à pratiquer une *immobilisation temporaire* en position souvent vicieuse; seules, les plaies recevront un *traitement local* (épluchage, saupoudrage au sulfanilamide), en ce qui concerne les fractures ouvertes.

Pour les fractures fermées, on fera rapidement un plâtre très étoffé sans réduction.

On pratiquera :

— une injection intra-veineuse de *morphine* de 2 cgr.;
— une transfusion de 1.000 cc. de *plasma* sous contrôle de l'hémoconcentration (si la dilution devenait trop grande, la transfusion de sang total reprendrait ses droits) dans les cas d'hémorragie importante;
— des injections intra-musculaires de *Pénicilline* dans les cas où l'infection est à redouter.

5° *Traitement des grands brûlés :* Dans ce domaine, la guerre de blindés nous a offert un vaste champ d'action en raison de la fréquence et trop souvent de l'extrême gravité des lésions. Le *pronostic* est régi par des lois classiques telles que :

— la loi de surface (tables de BERKOW);
— la loi de profondeur (le 3° degré fut terriblement fréquent);
— la loi de la région brûlée (face antérieure plus dangereuse).

Le transfuseur aura à lutter, pour conserver la vie, de concert avec le chirurgien qui tentera de préserver la fonction de la région brûlée.

Le brûlé est essentiellement un choqué, il s'agit :

1° Dans les *premières heures,* d'un *choc nerveux,* déclanché par la peur, la douleur, l'inquiétude, se traduisant par une tension artérielle légèrement abaissée (rarement au-dessous de 90 $^{m}/_{m}$), un pouls faible, pas rapide. A cette phase, le *traitement* consiste à :

— encourager, *réchauffer* le blessé;
— injecter, si nécessaire, 2 cgr. de *morphine,* en plus de de celle généralement dispensée par le médecin de sous-groupement;

— surtout, pratiquer un *nettoyage méticuleux* des plaies, par ouverture des phlyctènes, brossage des téguments à l'eau chaude savonneuse, séchage à l'air chaud, application de *pommade à la sulfadiazine* sur tous les téguments brûlés.

Si l'anesthésie était nécessaire au cours de ce traitement chirurgical, elle serait pratiquée au *protoxyde d'azote.*

2° *Plus tard,* survient le *choc secondaire,* qui se traduit par :

— une sidération du système nerveux;
— une diminution du volume sanguin;
— une hyperperméabilité capillaire, qui s'accroît avec l'anoxie tissulaire (cercle vicieux de Moon : voir étude physio-pathologique).

*Aspect clinique du blessé :* froid, sueur, vomissements, soif, pouls petit et rapide, T. A. effondrée, anxiété, agitation.

Nous avons le tableau complet d'*hyperconcentration sanguine :*

— augmentation du taux de l'hémoglobine (examens pratiqués toutes les deux heures);
— augmentation du nombre des globules;
— augmentation de la masse globulaire à l'hématocrite;
— baisse des protéines;
— hyperazotémie, chutes des chlorures, hyper- puis hypoglycémie et augmentation du potassium.

Le traitement à ce stade comporte :

1° *Réchauffement;*

2° *Oxygénothérapie* suivant la méthode indiquée;

3° Administration de *liquides de remplacement :* tant que l'hémoconcentration subsiste, transfusion de *plasma,* au rythme de 100 gouttes par minute, et 2.000 cc. dans les quatre premières heures.

On admet en principe qu'il faut :

— 50 cc. de plasma par $cm^2$ de surface brûlée;
— 50 cc. de plasma pour abaisser le taux d'hémoglobine de un point;
— 100 cc. de plasma pour abaisser l'hématocrite de un degré.

Si la dilution du sang devient trop grande (protéinométrie), on transfusera du sang conservé de Boston.

4° *Empêcher l'infection* par des injections i. m. de 25.000 unités (soit 2 cc. 5) de *Pénicilline,* toutes les 4 heures et pendant au moins 4 jours.

*Observation.* — Nous eûmes l'occasion de traiter, au cours de la Campagne de France, un aviateur de la R. A. F., retour d'une mission de bombardement sur Berlin, qui présentait de graves brûlures sur *près de 60 %* de la surface du corps. Une administration massive de plasma, surtout dans les 24 premières heures, quelques transfusions de sang conservé, de la Pénicilline pendant 6 jours, permirent de le diriger sur l'Evacuation-Hospital *sept jours* après son entrée au platoon. Les premiers pansements furent enlevés le 12e jour, les plaies bourgeonnaient et les *greffes cutanées* précoces furent entreprises.

6° *Traitement des lésions par broyement :* Lors d'un bombardement suivi d'éboulement, un membre, ou un segment de membre, peut être soumis pendant plusieurs heures à une compression, sans plaies importantes, ni traumatisme violent; lorsque le sujet est retiré des décombres, le pouls, la température, la T. A. sont normaux. Le médecin qui préside au relevage connaît bien ce *syndrome de Bywaters,* si fréquent pendant les bombardements de Londres en 1940, et adresse son blessé au Field-Hospital, malgré l'euphorie et le bon état général du broyé.

Au cours de l'*évacuation,* une double série d'*accidents* ne tarde pas à se manifester :

— le *membre coincé,* qui n'avait qu'une petite bande rougeâtre, au niveau de la striction, devient œdèmacié, froid, turgescent avec phlyctènes et anesthésie par plaque, ou le long des trajets nerveux, diminution ou absence de pulsatilité au Pachon.
— en même temps, le malade, angoissé, pâle, froid, couvert de sueurs profuses, vomit; la T. A. s'effondre, les urines ont un pH acide, le taux de l'hémoglobine augmente, les protéines baissent.

Le *traitement à ce stade comporte :*

— l'ingestion d'une quantité considérable d'eau bicarbonatée, ou citratée;
— le membre sera surélevé, bandé, plâtré, après incision du fascia, ou amputé si nécessaire;
— on fera le traitement du *choc,* en se guidant sur le taux de l'hémoglobine, l'affaissement de la T. A.,

l'abaissement des protéines, l'importance du gonflement du membre : *plasma;*

— *garotter et glacer* le membre afin que les toxines n'arrivent que lentement dans la circulation; puis ôter lentement le garrot;

— injection de 2 cgr. de *morphine* et 25.000 unités de *Pénicilline* toutes les 5 heures.

Comme dans les cas précédents, si la dilution du sang devient trop grande, on aura recours à la transfusion de sang total conservé.

Dans ces conditions, l'évolution vers la *phase mortelle* (diminution des urines, vomissements incoercibles, urémie avec créatinurie et potassiurie, intoxication par le potassium) est rare; l'*insuline-glucose* serait tentée dans ce dernier cas. Ces complications sont du ressort de l'Evacuation-Hospital, sur lequel le blessé est évacué dès que le danger du choc est écarté.

7° *Traitement des lésions par explosions :* L'explosion des bombes aériennes produit des déplacements d'air dont la vitesse est de l'ordre de 5.000 mètres-seconde et la pression de 1.400 kgs par pouce carré; elles produisent sur l'organisme de graves lésions internes, suivant trois mécanismes :

1° Abaissement de la pression alvéolaire et rupture des capillaires pulmonaires, lors de l'onde de *succion;*

2° Distention des poumons, lors des ondes de *compression;*

3° Lésions viscérales par *impact* de l'air sur le corps.

D'où la *triade symptomatique suivante :*

1° *Le choc :* intense, classique, accompagné de cyanose par défaut d'hématose;

2° Le syndrome *pulmonaire :* condensation des deux bases, œdème pulmonaire, ou contusion avec pneumothorax aigu;

3° Le syndrome *abdominal :* de contusion aiguë, avec ventre dur et douloureux à la palpation, contracture.

*Thérapeutique :* Le traitement des lésions pulmonaires et abdominales ont déjà été étudiées : repos et immobilisation thoracique-laparatomie exploratrice.

Le traitement du *choc* comporte :

— le *réchauffement;*

— la réanimation *respiratoire :* oxygénothérapie *sans* pression (pour éviter l'augmentation de pression

intra-pulmonaire qui tendrait à accroître les déchirures alvéolaires);

— la réanimation *circulatoire :* analeptiques cardiovasculaires et surtout injection importante de *plasma* (1.500 à 2.000 cc. par 24 heures).

— *Morphine* à faible dose (2 cgr. au plus);

— Inj. de *pénicilline* i. m. 100.000 unités en 24 heures.

Le danger du choc écarté et celui des complications infectieuses, le blessé est dirigé sur l'Evacuation-Hospital, moins de 7 jours après son entrée au platoon.

8° *Notes sur deux cas de gangrènes gazeuses traitées au platoon :* Ce n'est que tout à fait exceptionnellement que l'ambulance chirurgicale avancée peut être amenée à donner ses soins à cette catégorie de blessés, d'ailleurs aujourd'hui fort rares; trouvés tardivement sur le champ de bataille, leur état ne permet pas une évacuation sur une formation plus éloignée.

Il s'agit le plus souvent de prisonniers blessés, trouvés abandonnés dans les régions boisées.

A 48 heures d'intervalle, nous avons eu ainsi deux blessés allemands atteints, l'un d'une fracture compliquée de la partie inférieure de la cuisse droite, l'autre d'une fracture compliquée de la partie supérieure de la jambe droite. Les deux présentaient tous les signes locaux et généraux de la gangrène gazeuse.

*Etat général* profondément altéré, donnant l'impression de mort imminente, cœur battant à 130, pouls radial non perceptible, facies gris-jaunâtre, sueurs profuses, respiration profonde, violentes *douleurs* au niveau des blessures avec crépitation nette, extrémités des membres fracturés glacées et tension artérielle à 50 $^{m}/_{m}$.

*Traitement :* A la réception, transfusion de :

— 1.000 cc. de *plasma* sec humain normal;

— 1.000 cc. de *sang conservé de Boston* (dextrosé isotonique).

Au bout d'une heure, état général très amélioré, tension remontée à 80 $^{m}/_{m}$ Hg.

*Amputation* dans le foyer de fracture.

*Traitement post-opératoire :* sous contrôle des examens courants de sang, ainsi que de la recherche des globules rouges et des cristaux de sulfadiazine dans les urines.

1° 4 gr. de *sulfadiazine* d'emblée et 1 gr. toutes les 4 heures, per os.

2° 80.000 unités de Pénicilline par voie intra-veineuse;
80.000 unités de pénicilline par voie intra-musculaire dans la région deltoïdienne.

3° 40.000 unités de Pénicilline par voie intra-musculaire toutes les 2 heures, jour et nuit.

4° 30.000 unités de sérum *anti-gangréneux* par voie intra-veineuse, toutes les heures et pendant 6 heures.

5° 1.000 cc. de *sang conservé* transfusés chaque jour.

6° Inhalation d'*oxygène sous pression*, par un tube nasal, pendant 4 jours et 4 nuits.

7° 3.000 cc. de liquide sous toutes les formes, par voie buccale et par 24 heures.

*Résultat :*

— *Guérison* dans les deux cas;

— Evacuation des deux blessés au bout de 8 jours.

Nous pensons avoir indiqué ainsi les principales urgences susceptibles d'échoir à un Field-Hospital en campagne.

## TROISIÈME PARTIE

# Rôle et Effets du Plasma sec humain, normal, utilisé dans ces conditions

En examinant, dans le chapitre précédent, nos moyens d'action sur l'état des différentes catégories de blessés, nous retrouvons un certain nombre de *symptômes communs,* tels :

— la chute de débit cardiaque;
— la diminution de la circulation périphérique;
— l'acidose sanguine;
— la chute de la concentration en oxygène du sang veineux;
— la diminution de la circulation de retour;
— la chute de la tension artérielle,

tous caractéristiques de l'*état de choc.*

Or, nous avons vu que les *causes de cet état de choc* en formation étaient multiples et très diverses : si les grands délabrements ostéo-musculaires, les grosses attritions tissulaires, l'atteinte élective de certaines régions en sont les facteurs les plus constants, ni le nombre, ni le siège, ni l'importance des traumas n'est en rapport constant avec l'intensité des troubles observés. Les contusions maxillo-faciales, les poly-fractures, les simples soufflages, les broiements articulaires ou les éclats multiples et superficiels sont à redouter particulièrement. La guerre nous a aussi montré avec quelle fréquence les blessés par éclats de mine, porteurs de lésions souvent sans profondeur et sans grosse hémorragie, sont sujets au développement rapide d'un choc intense et grave.

Que sait-on, à l'heure actuelle, du *mécanisme de production de ce choc* pour comprendre le rôle salvateur de nos transfusions de plasma ?

ETUDE PHYSIO-PATHOLOGIQUE RAPIDE DU CHOC :

A l'heure actuelle, aux Etats-Unis, une cinquantaine de groupes d'expérimentateurs travaillent la question avec les résultats les plus contradictoires; c'est donner une idée de la complexité des conclusions à dégager.

On est cependant arrivé à mettre en évidence le *mécanisme général du déroulement des phénomènes :* deux grands désordres circulatoires sont en jeu, l'un affectant le contenant et l'autre le contenu :

1° *Chute du volume sanguin :* élément fondamental du mécanisme du choc, à la base de la grande insuffisance circulatoire qui entraînera l'anoxie tissulaire et la mort, l'*hémoconcentration* a été mise en évidence, dès 1893, par SHERSINGTON et COPEMANN; plusieurs méthodes servent à la mesurer : densité du sang; utilisation de colorants (égalité de répartition douteuse), méthode à l'*oxyde* de carbone de FREEMAN sur animaux antérieurement sympathectomisés, la plus sûre.

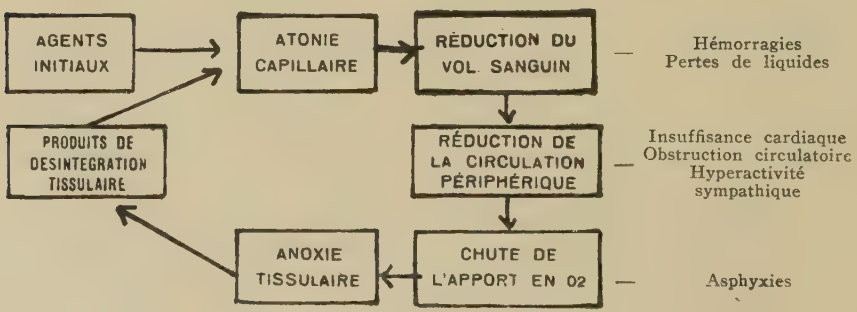
Ce facteur est d'ailleurs confirmé par les résultats thérapeutiques mêmes de la transfusion des liquides de remplacement.

2° *Troubles de la circulation périphérique :* Evoluant en deux phases :

*A*) *Lutte de l'organisme* contre la chute du volume sanguin par vaso-constriction, contraction des réservoirs de la circulation de retour, décharge d'adrénaline. L'état général se maintient, le choc est dit « *compensé* ».

*B*) Sous l'influence de la réduction circulatoire s'installe l'*atonie capillaire généralisée*, conséquence directe de l'anoxémie. La vaso-dilatation intense accroît le déséquilibre fondamental contenant-contenu, la pression veineuse s'effondre, le sang revient mal au cœur, le débit cardiaque peut tomber de 50 %.

Embarras circulatoire + hyperviscosité = *schéma de* MOON.



cycle *irréversible*, que la thérapeutique ne peut plus espérer rompre.

Il reste à expliquer deux points capitaux :

— le mécanisme de la fuite plasmatique;
— la nature du phénomène initial.

1° *La fuite plasmatique :* Cette « hémorragie en dedans » serait due à l'*hyperperméabilité capillaire*, au plasma en particulier (Erlanger); les expérience de Landis, en obstruant chez l'animal une artère mésentérique, démontrent que le manque d'oxygène quadruple la perméabilité des capillaires dans le territoire sous-jacent. Au surplus, Freeman a observé au microscope la traversée des parois capillaires des grosses molécules d'un colorant (T. 1824) injecté à un animal.

Donc, *deux explications* possibles :

— augmentation des liquides intracellulaires aux dépens des liquides extracellulaires;
— augmentation de la masse liquide lymphatique.

Toutefois, cette hypothèse de l'hyperperméabilité capillaire admet des objections :

— pour certains auteurs, c'est la chute du volume sanguin qui constitue le premier phénomène, provoquant l'anoxémie qui entraîne les altérations capillaires;
— l'expérience de Freeman est contestée par Price, Morston, Longmire et Metcalf. De plus, celle de Fine, Seligman, Franck, utilisant la cystine radioactive, ne prouve pas que le lit capillaire devienne plus perméable aux protéines ou au plasma dans la phase irréversible du choc.

De toute manière, en admettant le mécanisme de la fuite plasmatique, reste à discuter sa *mise en jeu*.

2° *Nature du phénomène initial :* Pendant longtemps, le choc fut considéré comme un phénomène nerveux ; Quenu, remarquant le *retard* dans l'apparition des accidents (5 à 6 heures) et sa prédilection dans les cas de gros dégâts tissulaires dans les régions très vascularisés et propres à la résorption massive des produits de désintégration, fut conduit à admettre que le syndrome dépressif des blessés graves relève de la mise en circulation des *toxines* élaborées au point traumatisé. De nombreuses substances furent incriminées : histamine, potassium (Scuder); le choc consécutif à la levée du garrot n'est pas niable.

Sans conteste, à l'heure actuelle, c'est la théorie de l'*insuffisance circulatoire* qui rallie la majorité des auteurs : la faillite de la circulation, par l'anoxémie qu'elle entraîne, est le *primum movens* du choc; elle déclanche les altérations capillaires et les grands processus du syndrome. Enlanger et Gasser considèrent que la cause principale de cette insuffisance circulatoire est la perte de volume circulant, soit par *hémorragie* (perte de sang total), soit par *exsudation locale* au niveau de la plaie (perte locale de plasma). Harkins et Roome ont montré, en effet, des pertes locales de 1.500 cc. de liquide par exsudation, « crush injuries » des auteurs anglo-saxons.

La *théorie des pertes locales* de liquide n'explique malheureusement pas les chocs sans hémorragie et sans perte locale de plasma établis par Freeman et Kabat.

On la complète donc par la théorie de l'*insuffisance circulatoire d'origine centrale* (expérience de Cannon réduisant l'expansion diastolique du cœur par compression mécanique) ou *périphérique* (injection continue d'adrénaline chez le chien pratiquée par Freeman).

Mais le choc peut se produire également sans perte locale de liquide et sans insuffisance circulatoire initiale, comme l'atteste l'expérience de Freeman, opérant sur un chien sympathectomisé totalement, chez lequel on a exclu, au moyen de bandages compressifs, la possibilité de pertes locales, et qui enregistre une chute importante de volume sanguin, mesurée au CO, et la mort de l'animal.

C'est pourquoi l'*ancienne théorie nerveuse* a repris une certaine importance ces dernières années :

— expérience de Leveuf basée sur le traumatisme de la patte d'un chat énervée totalement, non accompagnée de choc;

— lésions méningées : œdème, suffusions hémorragiques, lésions du thalamus et du 3e ventricule, constatées à l'autopsie des sujets morts de choc.

Suivant cette théorie, le choc résulterait d'impulsions nociceptives parties du foyer traumatisé et amenées par voie nerveuse aux centres (moelle et peut-être cerveau), qui répondraient par des stimuli dépresseurs.

Se prévalant de ces faits, un chirurgien russe, Lena Stern, n'hésita pas à pratiquer sur le front russe une injection de 1 cc. de phosphate de potassium à pH- 7,6 par voie sous-occipitale, dans l'intention de modifier, dans le liquide céphalo-rachidien,

le rapport potassium/calcium, le calcium étant dépresseur et le potassium excitateur du sympathique. Le choc résulterait, d'après lui, de la dépression du tonus sympathique et de l'excitation du nerf pneumogastrique; de bons résultats auraient été obtenus.

La théorie nerveuse est pourtant *contredite* par des expériences telles que celle de PHEMISTER, basée sur l'excitation électrique des nerfs cardio-aortiques et non suivie de choc (hémodilution, à la place de l'hémoconcentration habituelle).

En l'état actuel de nos connaissances sur la physiopathologie du choc, *toute conclusion formelle est donc impossible;* on peut seulement affirmer que la notion étiologique est le facteur le plus important des différents chocs et que, dans tous les cas, on retrouve ces *caractéristiques essentielles :*

1° La diminution du volume sanguin;

2° La chute du débit cardiaque et de la circulation périphérique;

3° L'acidose sanguine;

4° La diminution de la concentration en oxygène des sangs veineux et artériels;

5° L'hémoconcentration;

6° Et enfin un critère essentiel : la *curabilité par reconstitution de la masse sanguine,* pourvu qu'elle soit effectuée *précocement.* Cette notion, de beaucoup la plus féconde, permet une réanimation dont les résultats se sont révélés admirables; elle a révolutionné le traitement du choc à ses deux phases. Tous les soins doivent donc être apportés à la correction la plus parfaite et la plus précoce possible de ce trouble essentiel que constitue la chute du volume sanguin. Nous ne saurons jamais exprimer avec assez de force ce que le traitement du choc par les dérivés du sang, jusque dans les postes les plus avancés, représente de *nouveau* dans sa conception et dans sa réalisation, d'*efficace* dans ses résultats par rapport aux méthodes employées autrefois.

Pourquoi notre choix s'est-il porté sur le plasma américain ? Et d'abord de quels liquides dispose-t-on pour reconstituer cette masse circulante ?

1° *Les solutions artificielles cristalloïdes :* Très nombreuses : sérum physiologique à 8 p. 1.000, glucosé à 5 %, sérums salés ou sucrés, sérum de Binet, Normet, solutions de Ringer, Tyrode, etc...

Elles doivent toutes être *proscrites* dans le traitement du choc, pour les raisons suivantes :

— elles ne séjournent pas dans les vaisseaux, donc n'élèvent que temporairement la T. A.;
— en cas de choc hémorragique, elles ne font que diluer les globules rouges;
— en cas de choc non hémorragique, elles diluent les protéines sanguines, abaissent la pression osmotique, donc favorisent l'issue des albumines à travers les membranes capillaires.

2° *Le sang total :* Ne conserve toutes ses indications que dans le choc post-hémorragique, ce qui porte sa quantité totale employée au tiers de celle du sang blanc. En effet :

— sa conservation est délicate (même en ce qui concerne le sang citraté);
— sa transfusion est toujours minutieuse;
— elle exige des épreuves de groupage longues, souvent incertaines (facteur Rh, donneurs universels dangereux, agglutines froides, etc...);
— sa masse de globules rouges n'est pas souhaitable dans l'hémoconcentration.

3° *Les dérivés du sang* (*sérum ou plasma*) : Se recommandent par :

— leur haute teneur en *protéine,* pression osmotique élevée qui les fait rester en circulation;
— leur facilité de *transport* et *conservation;*
— leur rapidité et simplicité d'*administration.*

Le sérum, n'étant pas dilué, contient plus d'albumine que le plasma et donnerait un nombre plus élevé de réactions. Mais c'est surtout la *préparation* réalisée par l'U. S. Army qui pose l'indication du *plasma sec humain normal* dans les conditions propres au combat :

— *conservation* excellente jusqu'à cinq années et malgré des variations de température aussi importantes que celles connues au cours de cette guerre sous toutes les latitudes.
— facilité et sécurité dans le domaine de l'*asepsie,* en ce qui concerne son emploi dans les formations avancées.

Au *Field-Hospital,* les indications réciproques des sangs blanc et rouge peuvent ainsi se résumer :

1° *Choc hémorragique :*

— hémorragie récente, peu importante : *plasma;*
— saignement continu ou prolongé, perte globulaire importante : *sang total + plasma.*

2° Choc *non hémorragique :* sang *blanc* (*plasma*) : Dans ces conditions, nous n'avons jamais observé les *réactions* que tous les manuels de transfusion se plaisent à étudier longuement, en particulier ce syndrome frisson-hyperthermie, dont la pathogénie est si obscure. Comment, d'ailleurs, faire la place du plasma dans la légère élévation thermique qui suit des attritions tissulaires aussi importantes que celles de la guerre de blindés ?

En résumé, l'hémorragique, le blessé grave ne meurt plus sur le terrain ou au poste de secours. Le transport, ce facteur déclanchant si important et si grave du choc, voit ses effets funestes considérablement diminués. Le plasma, administré sur le lieu même de la blessure par le médecin de sous-groupement, permet au chirurgien du platoon de recevoir, non plus un moribond, mais un sujet dont l'état général permettra de merveilleuses réussites chirurgicales.

Voilà ce que nous avions le devoir de faire connaître à nos camarades qui n'ont pas eu l'occasion de profiter de cette terrible expérience que constitue la guerre de blindés.

# CONCLUSION

Nous nous sommes efforcés de montrer, dans cette courte étude, que le plasma sec humain normal, tel que l'Armée américaine l'a généreusement mis à notre disposition pendant la Campagne de France, apparaît comme une arme excellente pour :

— prévenir le choc;
— combattre le choc;
— assurer les soins post-opératoires

chez tous les grands blessés.

Traitement idéal et unique des brûlures étendues (sous réserve de soins appropriés des lésions elles-mêmes), le plasma est indispensable chez les abdominaux, les thoraciques, les abdominaux-thoraciques, les polyfracturés, les soufflés et même dans les cas de gangrène gazeuse, désormais exceptionnels. Dans tous ces cas, nous avons toujours observé une tolérance et des résultats thérapeutiques surprenants.

Par sa facilité de transport, sa conservation presque illimitée, sa simplicité d'emploi, le plasma sec humain normal pourra constituer, dans la paix, une *arme d'urgence excellente pour le médecin-praticien*, trop souvent placé dans des conditions comparables à celles que cette guerre vient de nous poser.

Vu et déclaré bon pour l'impression :

*Le Président du Jury :* Professeur CREYX.

# BIBLIOGRAPHIE


ALSEVER (J.-B.) & AINSLIE : A new method for the preparation of dilute blood plasma and the preparation of a complete transfusion service, *N. Y. St. J. Med.* 41 : 126, 15 janv. 41.

BECART : De l'importance de l'injection rythmique de sang ou de ses succédanés (sang conservé, plasma, sérum de Bayliss, sérum physiologique) dans l'hémorragie aiguë et le choc, *Presse Méd.* 30 déc. 1940.

BECART & PHILIPPE : Plasma sanguin sulfamidé, *Pr. Méd.*, mai 40.

BENHAMOU (Ed.) Méd. Colonel : Notes sur la Réanimation-Transfusion, recueillies par OUARY, GOEZ, LINHARD, Service de Santé des Troupes Coloniales (15 juil., 3 août 1944).

BRODIN & SAINT-GIRONS : La Transfusion en utilisant le plasma au lieu de sang total dans les grandes hémorragies, *Soc. Méd. Hôp.*, 6 oct. 1939, Paris.

CASTAGNOU : A la recherche d'un milieu d'origine sanguine susceptible d'être stocké et remplacer le sang frais dans la transfusion. *Thèse*, Bordeaux, 1942.

GLUCK COLOMAN : Les phénomènes de choc consécutifs aux transfusions sanguines indépendamment de toute incompatibilité de groupes sanguins. *Thèse*, Paris, 1933.

EDWARDS F. RONALD, KAY & DAVIE : The preparation and use of dried Plasma for transfusion, *Brit. Med. J. I. :* 377 M, 9 mars 1940.

ELLIOTT J. TATUM (W. L.) and BUSBY : Blood Plasma, *Mil. Surg.* 88 : 118, feb. 1941.

ELKINTON, WOLFF (W.) and LEE : Plasma transfusion in the treatment of the fluid shift in severe burns, *Ann. Surg.* 112-150, july 1940.

DEGOWIN (E. L.), HARRIS (J.) and PLASS : Changes in human blood preserved for transfusions, *Proc. Soc. Exper. Biol. & Med.* 40 : 126-128, jan. 1939.

DEGOWIN (E. L.), HARDIN (R.) & SWANSON : Studies on preserved human blood, *J. A. Med. A.*, 9 mar. 1940.

DEGOWIN (E. L.) & HARDIN : A plan for collection, transportation and administration of whole blood and plasma in warfare, *War Med.* I : 326-341, may 1941.

JEANNENEY et RINGENBACH : Transftusion, sang dilué ou plasma dans le traitement du choc, *Bordeaux Chir.*, J. 1942.

JEANNENEY et RINGENBACH : La transfusion du plasma humain citraté, *C. R. Acad. Sciences*, 20 juil. 1942.

HARRINGTON & MILES : Storage of blood for emergency, *British Med.*, 10 juin 1939.

MC CLURE (R.) : The treatment of the patient with severe burns, *J. A. Med. A.* 113 : 188, 11 nov. 1939.

MINOT (A.) & BLALOCK : Plasma loss in severe dehydration shock and other conditions as affected by therapy, *Ann. Surg.* 112 : 557, Oct. 1940.

KENDRICK, Capt. DOUGLAS : Prevention and treatment of shock in the combat zone, *Mil. Surg.* 88: 97, feb. 1941.

MARLINGUE : Nouvelles données thérapeutiques sur l'emploi du plasma sanguin (petites injections), *Thèse*, Paris, 1944.

MOUNESTEL (A.) : *Thèse*, Bordeaux, 7 fév. 1945.

NEWHOUSER (L.) & KENDRICK : Human plasma (Issued by the U. S. Naval Med. School & U. S. A. Med. School, *Wash. D. C.*

ROSENTHAL, WASSERMANN (L.), ABEL, BASSON & VOGEL : The organisation of the blood bank at Mount Sinaï Hospital, *J. Mt Sinaï Hosp.* 8: 210-231, 1941.

OFFICE OF CIVILIAN DEFENCE : The operation of a Hospital Transfusion Service, *O. C. D. Publication* 2220, M. 1944.

SCUDDER (J.) : Studies in blood preservation : Stability of plasma proteins, *Ann. Surg.* 112-502-519, oct. 1940.

STRUMIA (M.), WAGNER & MONAGHAN (J.) : The use of citrated plasma in the treatment of secundary shock, *J. A. M. A.* 114: 1337, 6 apr. 1940.

STRUMIA & MC GRAW : Frozen and dried plasma for civil and military use, *J. A. M. A.* 116: 2378, may 1941.

STRUMIA & MC GRAW : Blood plasma : Its place in the practice of Medicine, *J. A. M. A.* 118: 427, feb. 1942.

*Off. Civ. Def. OCD Publ.* 2212, U. S. Govt Print. Off. May 1943 : The clinical recognition and treatment of shock.

TZANCK et SUREAU : Sang total ou Plasma, *Soc. Med. Hop.*, J. 40. — Treatment of war burns, London Corpdt, *J. A. M. A.* 116, Jv. 41.

*Bulletin d'Information Cinématographique*, n° 4, *U. S. Army.*

---

IMPRIMERIE — LIBRAIRIE — RELIURE
H. RIOU-REUZÉ
9, boulevard de Chézy. — RENNES